

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

開發聚偏二氟乙烯膜以薄膜蒸餾技術應用於生質酒精之製備 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2622-E-041-003-CC3
執行期間：98年07月01日至99年06月30日
執行單位：嘉南藥理科技大學環境工程與科學系(所)

計畫主持人：賴振立

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：游銘昭

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 09 月 15 日

行政院國家科學委員會補助產學合作研究計畫成果精簡報告

計畫名稱：

計畫類別： 先導型 開發型 技術及知識應用型

計畫編號：NSC 98-2622-E-041-003-CC3

執行期間：2009/07/01 ~ 2010/06/30

執行單位：嘉南藥理科技大學環工系

計畫主持人：賴振立

共同主持人：

計畫參與人員：游銘昭

研究摘要(500 字以內)：

本研究利用空氣式薄膜蒸餾法(AGMD)應用於乙醇純化系統中，探討 AGMD 所適用的膜材、操作溫度、進料流速對於通量及乙醇選擇性的影響。研究結果顯示：空氣間隙式薄膜蒸餾，測試膜材中以 PTFE0.02 mm 含不織布膜對乙醇水溶液分離效果為最佳，薄膜厚度亦會影響通量與選擇性，隨著薄膜厚度增加，通量會隨之減少，選擇性則會隨之而提升。AGMD 的操作溫度會影響所得到的通量以及乙醇的選擇性，通量與選擇性會隨著溫度差增加而提高。進料端流速亦會影響到 AGMD 的通量，隨著進料流速增加而提高。

人才培育成果說明：

- (1) 參與研究人員學習薄膜製備與膜特性分析技術。
- (2) 參與研究人員學習薄膜蒸餾技術之組裝與操作，熟識各種測量儀器之基本操作及數據分析能力，並了解實驗設計及操作條件之控制對分離效能的影響，提升國內產業薄膜科技、連續發酵技術及生質酒精產業的認識操作人才之培育。
- (3) 參與人員以此研究題目完成碩士論文。

技術研發成果說明：

壹、材料及方法

一. 實驗用薄膜材質為聚四氟乙烯，全名為 polytetrafluoroethylene，一般稱為鐵氟龍

(Teflon)PTFE，此薄膜厚度為及 0.075 mm，0.02 mm 添加一層不織布層後，薄膜厚度為 0.23 mm，pore size 皆約 0.2 μm 。

二. 空氣間隙薄膜蒸餾(AGMD)系統如圖 1 所示，操作方法:

1. 設定低溫恆溫水槽冷水端的溫度，熱水端的溫度。
2. 將膜材裁至模組的大小並裝置 AGMD 小模組中。
3. 再以三分矽膠管將恆溫水槽冷熱端與 AGMD 模組連接。
4. 等待三十分鐘，使溫度及通量穩定，穩定後，即可開始進行實驗操作。
5. 操作期間每半個小時，紀錄冷熱水端進出口之溫度。
6. 將其收集液以電子天秤測量重量並記錄。
7. 以氣相層析儀(GC)測量其酒精濃度，計算酒精純化效果。

三. 酒精選擇比(薄膜分離係數)計算方式

$$\alpha_{A/B} = (Y_A / Y_B) / (X_A / X_B)$$

其中：

Y_A、Y_B 為透過液中乙醇濃度、水濃度

X_A、X_B 為進料中乙醇濃度、水濃度

四. 乙醇分離指標(PSI)計算方式

$$\text{PSI} = P \times \alpha$$

P 為薄膜透過率

α 為薄膜分離係數

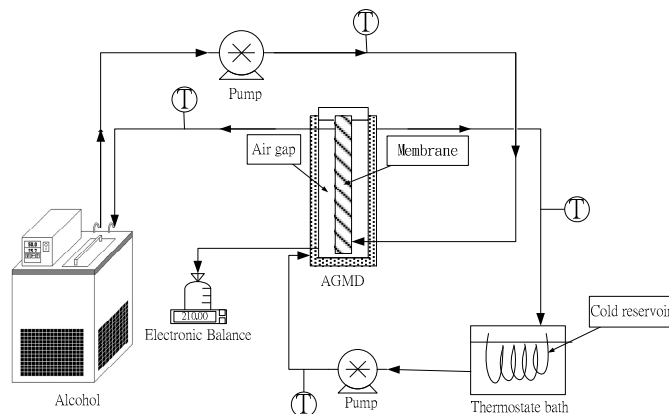


圖 1 實驗流程圖

貳、結果及討論

薄膜蒸餾技術是靠溫度差產生的蒸氣壓差為驅動力，溫度與蒸氣壓呈現關係如圖 2 所示，蒸氣壓隨溫度提高而非線性增加，水與乙醇的蒸氣壓在高溫下相差越大，因此乙醇的質傳驅動力在進料端溫度於高溫時透過率會遠高於水，也提高乙醇之選擇性與通量。

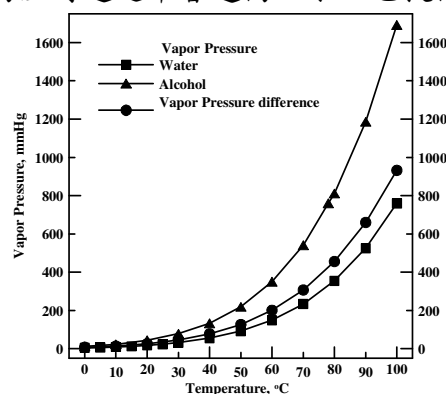


圖 2. 水與乙醇在不同溫度下的蒸氣壓圖

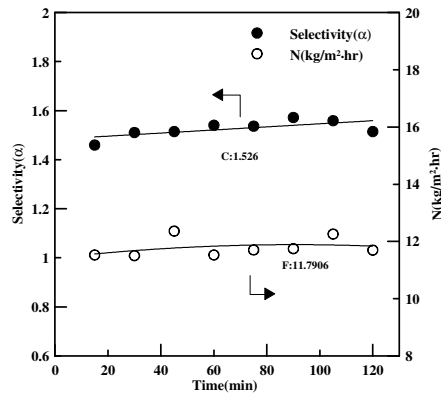


圖 3. 操作時間對通量與選擇性影響(PTFE 0.02 mm 含不織布膜;熱端溫度 50/冷凝溫度 5°C) 以 PTFE 0.02 mm 含不織布膜材於進料端乙醇水溶液濃度 10wt%，進行測試 AGMD 乙醇水溶液分離。測試結果如圖 3 所示，經過兩個小時的連續操作後通量並無明顯的下降，此膜材對於乙醇分離的效果可將 10.21wt% 的乙醇水溶液濃度提升至 15.67wt%，乙醇濃度增加了 5.45wt%，其選擇性平均為 1.52，透過量可達到 12.361 kg/m²hr。

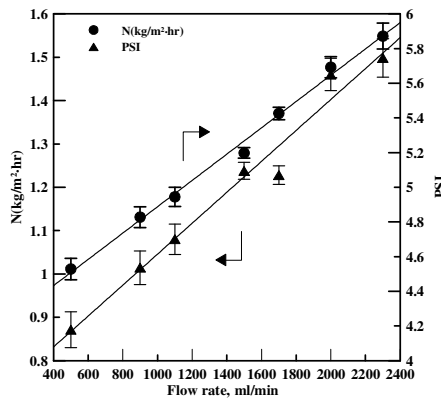


圖 4. 進料端流速變化對通量與 PSI 值之影響(熱端溫度 50/冷凝溫度 5°C)

以熱水端 50°C 流速變化實驗結果如圖 4 所示，通量效果成線性的趨勢，通量隨進料端流速上升而增加，當進料端乙醇溶液流速為 500 ml/min 時，通量為 1.01 kg/m²hr 其選擇比為 3.9，進料端流速為 2000 ml/min 時，通量為 1.477 kg/m²hr，選擇比為 3.83，可明顯可以看出隨著流速的增加通量效果也會增加，通量與 PSI 增加狀態接近成線性關係，而流速對選擇比的影響並沒有明顯的差異。但進料端流速上升也使熱水側壓力增加，造成部分蒸氣分子並非受蒸氣壓差擴散，而是經由流速壓差擴散，導致選擇性下降，進料溫度提高對通量與選擇比產生影響使其較不穩定。

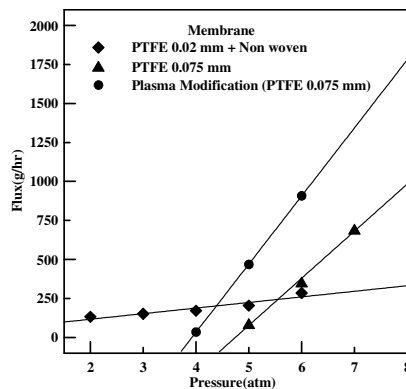


圖 5 壓力與通量關係圖

此實驗主要是測試膜材在不同的壓力之下對透過量所造成的影響，並了解膜材經電漿改質之後親水性提高透過量增加。實驗以 PTFE0.02 mm 含不織布膜、PTFE0.075 mm 膜以及電漿改質膜 (PTFE 0.075 mm)，實驗方法為使用膜材封住高壓不鏽鋼容器的一邊的出口，並在容器內加入 RO 水，另一邊則以不同壓力的氮氣氣體灌入，最後在膜材另一端收集由氣體壓力擠壓所滲透過膜材的透過液，秤重並且計算膜材在不同壓力下所得到的通量效果。

實驗結果如圖 5 所示，所有膜材之通量皆隨著壓力提升而增加，PTFE0.075 mm 膜經實驗測試通量增加斜率為 301.89，PTFE0.075 mm 膜經過電漿改質之後膜材其通量增加斜率為 436.59，以壓力在 5 atm 為例，PTFE0.075 mm 膜在 5 atm 的壓力之下透過量為 89.72 g/hr，PTFE0.075 mm 經電漿改質膜在 5 atm 的壓力之下透過量為 468.14 g/hr，其透過量效果提升 5.22 倍。PTFE0.075 mm 膜在經過電經改質之後其透過量有明顯提升，親水化之電漿改質能降低膜表面阻力，使膜材親水性提高傳導層阻力減小，因此乙醇水溶液吸附至膜疏水層的時間變短而讓透過量增加。

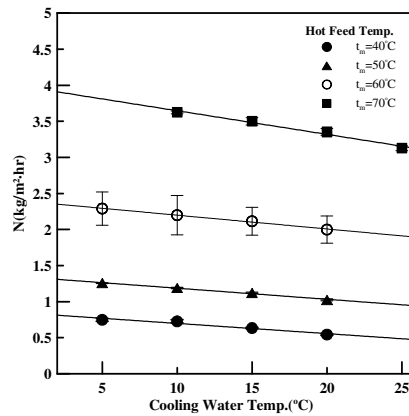


圖 6. 進料端溫度及滲透端冷凝板溫度對通量影響(乙醇水溶液濃度 10wt%)

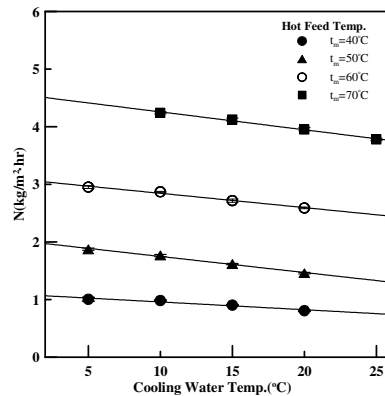


圖 7. 進料端溫度及滲透端冷凝板溫度對通量影響(乙醇水溶液濃度 25wt%)

進料端乙醇濃度為 10wt%，實驗結果如圖 6 所示，當進料端溫度為 70°C (冷凝端溫度 20°C) 時透過量為 3.35 kg/m²hr，當進料端為 60°C (冷凝端為 10°C) 時透過量為 2.2 kg/m²hr，此兩者溫差皆相差 50°C 但其通量效果進料端溫度高較佳，由此可看出進料端溫度影響較高，當進料端乙醇水溶液的溫度越接近乙醇的沸點 78°C 時，乙醇水溶液中的乙醇就越容易變成蒸氣分子吸附至膜材中，因此隨著進料端與冷凝端溫差提升，通量也跟著增加，溫度差與通量效果成線性關係。

當料端乙醇水溶液濃度為 25wt% 時如圖 7 所示，進料端溫度為 70°C (冷凝端溫度為 10°C) 時，其透過量為 4.24 kg/m²hr，而以同樣的溫差條件在進料端乙醇水溶液為 10wt% 時，其透過量為 3.62 kg/m²hr，由此可得知透過量亦會受到進料端乙醇濃度的影響，原因為進料端乙醇濃度含量高，在熱水側乙醇濃度提高，加上在高溫差下而產生蒸氣壓差，使 25wt% 的乙醇水溶液中的乙醇更容易氣化成蒸氣分子透過膜材冷凝。

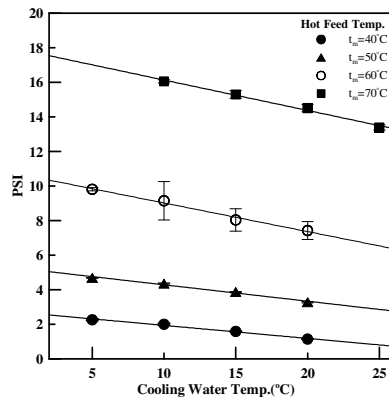


圖 8 不同進料端溫度及滲透端冷凝板溫度下之 PSI 變化，乙醇水溶液濃度 10wt%

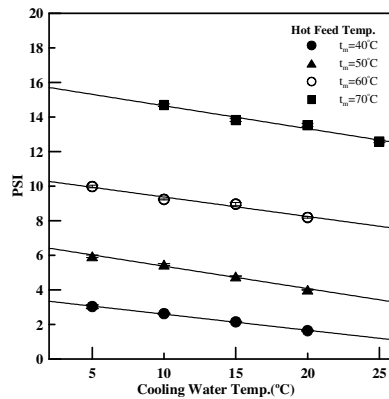


圖 9 不同進料端溫度及滲透端冷凝板溫度下之 PSI 變化，乙醇水溶液濃度 25wt% 進料端乙醇水溶液濃度為 10wt%

為測試不同的進料溫度與冷凝溫度對 PSI 所造成的影響，實驗結果如圖 8 所示，可看出溫度的變化與 PSI 值呈線性的關係成長，以冷凝端 10°C 為例，進料端溫度為 40°C 時 PSI 為 2.01，進料端溫度為 50°C 時 PSI 為 4.36，高於進料端 40°C PSI 2.17 倍，進料端溫度為 60°C 時 PSI 為 9.93，高於進料端 50°C PSI 2.28 倍，進料端溫度為 70°C 時 PSI 為 16.06，高於進料端 60°C PSI 1.62 倍，進料端溫度提升，使透過量與選擇性增加，也使得 PSI 值也提高。

以乙醇水溶液濃度 25wt% 為進料，實驗結果如圖 9 所示，進料端溫度為 70°C 冷凝端溫度為 20°C 其 PSI 值為 13.53，進料端溫度為 60°C 冷凝端溫度為 10°C 其 PSI 值為 9.2，此兩點進料端溫度差皆為 50°C，但進料端溫度 70°C 冷凝端溫度 20°C 其 PSI 較高，可以得知進料端溫度的影響性較冷凝端溫度的影響性高，而 PSI 亦隨著冷凝端溫度的提升而下降。

技術特點說明：

可利用之產業及可開發之產品：

連續式發酵系統。

乙醇分離純化技術

無研發成果推廣資料

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：賴振立		計畫編號：98-2622-E-041-003-CC3					
計畫名稱：開發聚偏二氟乙烯膜以薄膜蒸餾技術應用於生質酒精之製備							
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	1	1	100%	篇	
		研究報告/技術報告	1	1	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	1	0%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		章/本
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p style="text-align: center;">其他成果</p> <p>(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	無
---	---

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

本產學合作計畫研發成果及績效達成情形自評表

成果項目		本產學合作計畫 預估 研究成果及績效指標 (作為本計畫後續管考之參據)	計畫達成情形
技術移轉		預計技轉授權 0 項	完成技轉授權 0 項
專利	國內	預估 0 件	提出申請 0 件，獲得 0 件
	國外	預估 0 件	提出申請 0 件，獲得 0 件
人才培育		博士 0人，畢業任職於業界0人	博士 0人，畢業任職於業界0人
		碩士 0人，畢業任職於業界0人	碩士 1人，畢業任職於業界0人
		其他 0人，畢業任職於業界0人	其他 0人，畢業任職於業界0人
論文著作	國內	期刊論文 0 件	發表期刊論文 1 件
		研討會論文 0 件	發表研討會論文 1 件
		SCI論文 0 件	發表SCI論文 0 件
		專書 0 件	完成專書 0 件
		技術報告 0 件	完成技術報告 0 件
	國外	期刊論文 0 件	發表期刊論文 0 件
		學術論文 0 件	發表學術論文 0 件
		研討會論文 0 件	發表研討會論文 0 件
		SCI/SSCI論文 0 件	發表SCI/SSCI論文 0 件
		專書 0 件	完成專書 0 件
		技術報告 0 件	完成技術報告 0 件
其他協助產業發展之具體績效		新公司或衍生公司 0 家	設立新公司或衍生公司(名稱)：
<u>計畫產出成果簡述：請以文字敘述計畫非量化產出之技術應用具體效益。(限 600 字以內)</u>		(1)ePTFE 薄膜應用於薄膜蒸餾系統可以有效分離連續發酵槽內葡萄糖、酵母菌與乙醇水溶液。酵母菌可達 100%選擇性，葡萄糖選擇性 99.8%。 (2)ePTFE 薄膜應用於 AGMD 薄膜蒸餾系統可以將 10 wt% 乙醇提濃至 24 wt%，第二階段 MD 可將 24 wt% 乙醇提濃至 45 wt%。	